

# 平成16年度入学試験問題

## 理 科

### (注 意 事 項)

1. 問題冊子は指示があるまで開かないこと。
2. 届け出た選択科目以外は解答してはならない。
3. 問題冊子のページ及び解答紙は次のとおりである。「始め」の合図があったら届け出た選択科目についてそれぞれを確認すること。

科 目	問 題 冊 子	解 答 紙	
	ペ ー ジ	解答紙番号	枚 数
物理ⅠB・物理Ⅱ	1 ～ 10	17 ～ 19	3
化学ⅠB・化学Ⅱ	11 ～ 26	20 ～ 25	6
生物ⅠB・生物Ⅱ	27 ～ 40	26 ～ 31	6
地学ⅠB・地学Ⅱ	41 ～ 51	32 ～ 36	5

4. 各解答紙の2箇所受験番号を記入すること。
5. 解答はすべて解答紙の所定の欄に記入すること。
6. 計算その他を試みる場合は、解答紙の裏又は問題冊子の余白を利用すること。
7. 経済学部経済工学科の配点は、表示されているものの $\frac{4}{5}$ 、医学部保健学科看護学専攻については $\frac{2}{5}$ です。

# 化学 I B・化学 II

必要な場合には、次の値を用いよ。

原子量：H = 1.0, Li = 6.9, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0,

Na = 23.0, Mg = 24.3, Cl = 35.5, Br = 79.9, Ag = 107.9

気体定数： $R = 0.0821 \text{ atm}\cdot\text{l}/(\text{K}\cdot\text{mol})$

アボガドロ定数： $6.02 \times 10^{23}/\text{mol}$

$\log 2 = 0.30$ ,  $\log 3 = 0.48$

$\sqrt{2} = 1.41$ ,  $\sqrt{3} = 1.73$ ,  $\sqrt{5} = 2.24$ ,  $\sqrt{7} = 2.65$

〔1〕 次の問1～問2に答えよ。(20点)

問 1. 次の文の〔a〕～〔i〕に適切な語句または数字を入れよ。ただし、〔f〕～〔i〕には小数点以下1位までの数字を入れよ。

物質は様々な化学結合で成り立っている。水分子は1個の酸素原子に水素原子2個が〔a〕結合したものである。水分子における酸素原子の電子配置は〔b〕原子のそれと類似している。これに対して、塩化カリウムに存在する化学結合を〔c〕結合という。

〔a〕結合は一般に強い結合であるが、高温になるとその結合が切れて種々の化学反応が起こる。例えば、高温で水と一酸化炭素を接触させると二酸化炭素と水素が生成する。この反応では、水と一酸化炭素が1 mol ずつ反応すると、〔d〕mol の二酸化炭素と〔e〕mol の水素が生成する。同様に、高温で水とメタンが反応すると一酸化炭素と水素が生成する。20.0 g ずつの水とメタンのみを反応させて13.5 g の水が失われた場合、〔f〕g の一酸化炭素と〔g〕g の水素が生成し、〔h〕g のメタンが残る。下線部の反応を圧力が常に大気圧に等しく体積が自由に变化する容器の中で行った場合、反応後の容器体積は反応前の容器体積の〔i〕倍となる。ただし、この反応における水はすべて気体状態であり、気体の温度は一定であるとする。

問 2. 銀の塊を完全に酸化して酸化銀にしたところ体積が1.56倍となった。この塊の中に空隙はないものとして、酸化銀の密度を有効数字3桁で求めよ。ただし、銀の密度は $10.5 \text{ g/cm}^3$ とする。

〔2〕 水は温度、圧力に応じて固体、液体、気体の状態を示す。物質が温度、圧力に対してどの状態で存在しているのかを示した図は状態図と呼ばれる。図1は水の状態図を模式的に表している。図中の太い実線は各状態間の境界を表す。次の問1～問6に答えよ。(20点)

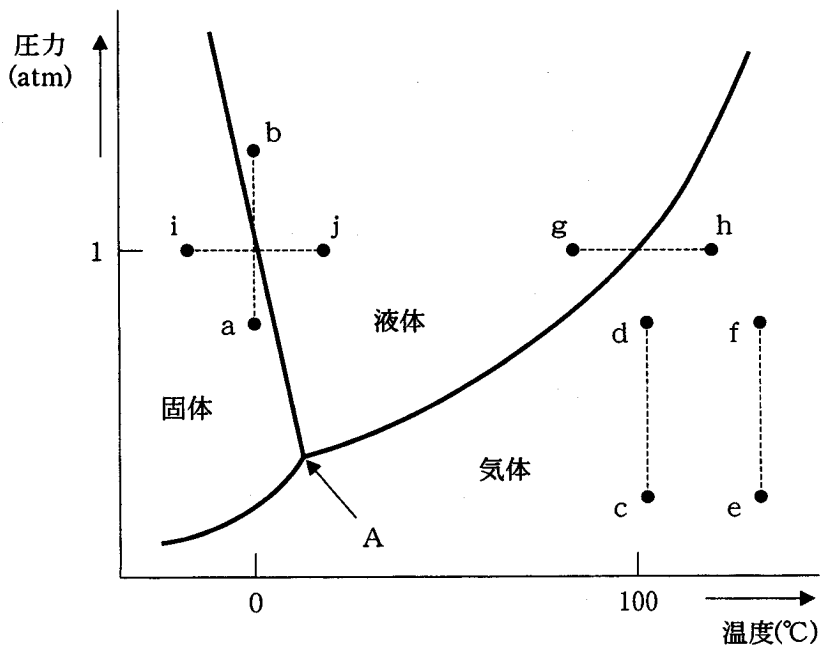
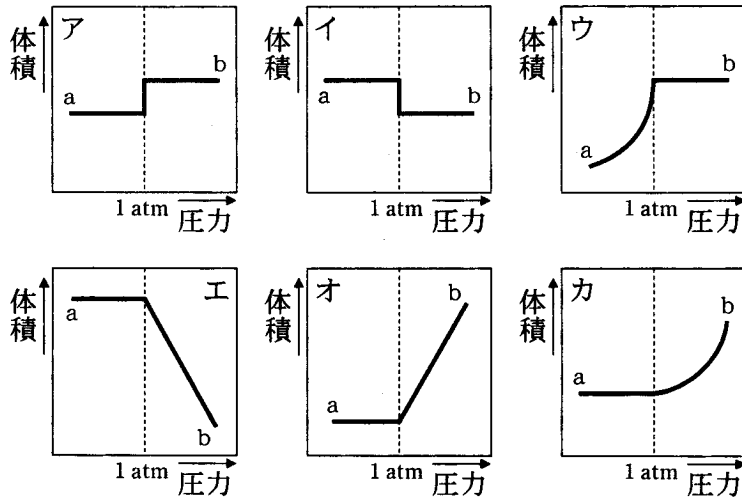


図1

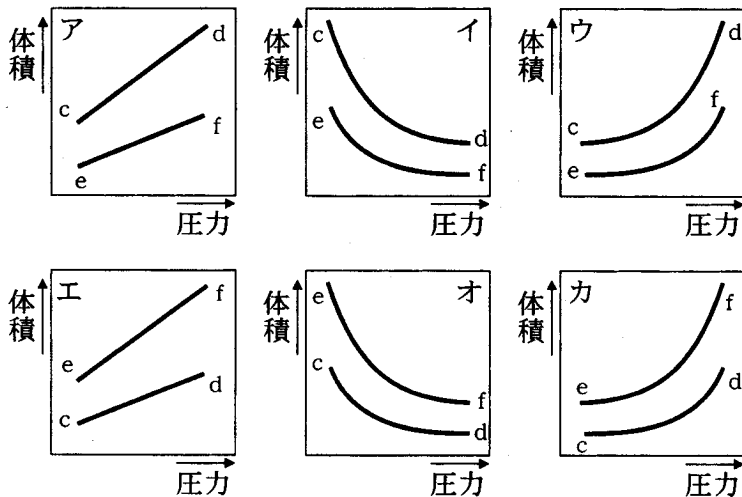
問1. 図1中の点Aは三重点と呼ばれる。三重点に関する記述としてもっとも適切なものをア～エから一つ選び記号で答えよ。

- ア. 三重点に到達する経路によって固体または液体または気体となる。
- イ. 固体と液体と気体が共存する状態である。
- ウ. 固体と液体と気体の中間的な状態である。
- エ. 時間によって固体と液体と気体のいずれかが現れる。

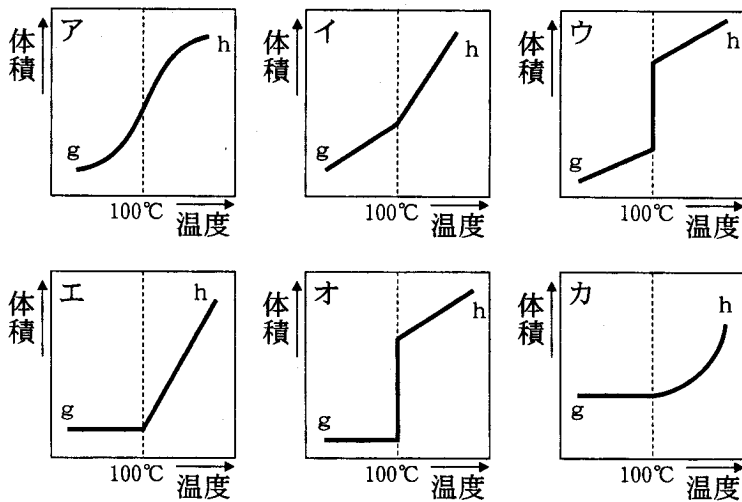
問 2. 図 1 中の破線上を a---b に沿ってゆっくりと加圧したとき、圧力(横軸)に対する体積(縦軸)の変化の特徴を表す図として、最もふさわしいものを下のア~カから選び記号で答えよ。ただし、図 1 中の破線 a---b と実線の交点の圧力は 1 atm とする。



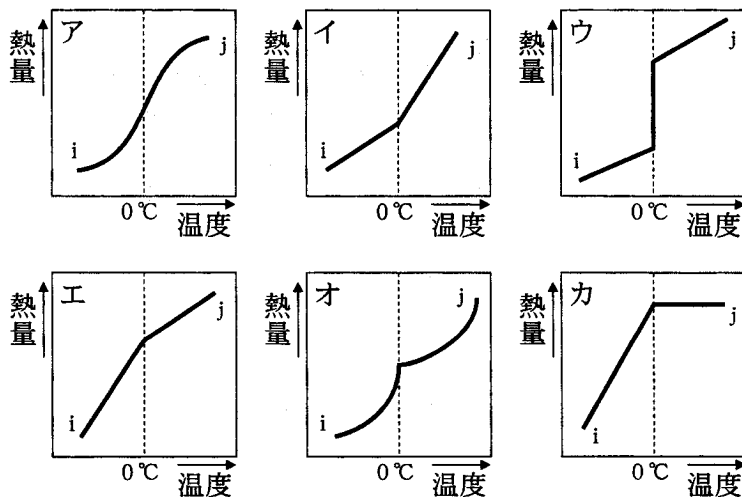
問 3. 図 1 中の破線上を c---d および e---f に沿ってゆっくりと加圧したとき、圧力(横軸)に対する体積(縦軸)の変化の特徴を表す図として、最もふさわしいものを下のア~カから選び記号で答えよ。



問 4. 図 1 中の破線上を g—h に沿ってゆっくりと加熱したとき、温度(横軸)に対する体積(縦軸)の変化の特徴を表す図として、最もふさわしいものを下のア～カから選び記号で答えよ。ただし、図 1 中の破線 g—h と実線の交点における温度は 100℃ とする。



問 5. 図 1 中の破線上を i—j に沿ってゆっくりと加熱したとき、温度(横軸)に対する与えた熱量(縦軸)の変化の特徴を表す図として、最もふさわしいものを下のア～カから選び記号で答えよ。ただし、図 1 中の破線 i—j と実線の交点における温度は 0℃ とする。



問 6. 液体から気体へ変化する温度は沸点と呼ばれる。図 2 は各種水素化合物の 1 atm における沸点を示したものである。沸点と分子の性質の関係に関する次の記述の空欄〔 a 〕～〔 c 〕に適切な語句を入れよ。

沸点は一般に分子量が増大すると高くなるが、分子の極性にも大きな影響を受ける。分子の極性は、各原子の〔 a 〕の差によって生ずる電荷の分布のかたよりに起因する。F, O, N 原子は特に〔 a 〕が大きいため  $\text{H}_2\text{O}$ , HF,  $\text{NH}_3$  分子は大きな極性を有しており、分子間に〔 b 〕と呼ばれる結合を形成する。 $\text{H}_2\text{O}$ , HF,  $\text{NH}_3$  の沸点が他の同族元素の水素化合物から予想される値よりも際立って高くなっているのは、これらの分子どうしが〔 b 〕により互いに強く引き合っているためである。 $\text{CH}_4$  分子は、C 原子がわずかに負に帯電し H 原子が正にわずかに帯電するが、分子の立体構造が〔 c 〕形であるため、分子全体としては無極性である。無極性分子は同程度の分子量の極性分子と比較して分子間の引力が弱く、沸点が低くなる傾向がある。

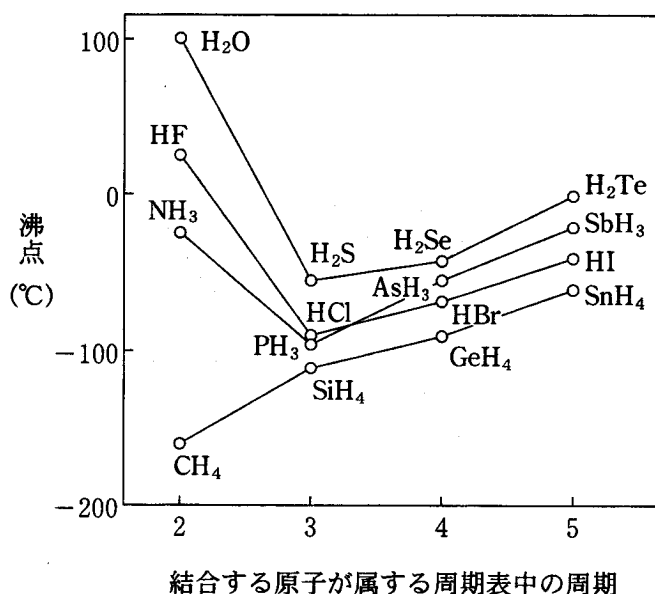
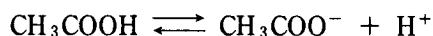


図 2

〔3〕 次の文章(I)と(II)を読み、問1～問4に答えよ。(25点)

(I) 酢酸は水の中で電離して以下のような平衡が成り立っている。



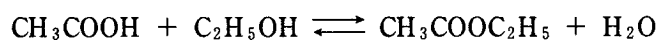
25℃では平衡定数  $K$  の値は  $2.0 \times 10^{-5} \text{ mol/l}$  であった。

問 1. 25℃において12gの酢酸を水に溶かして1.0lとしたときの電離度  $\alpha$  と pH を有効数字2桁で求めよ。

(II) 酢酸とエタノールを混合すると以下の熱化学方程式で表されるエステル化反応が起こる。



また、上記のエステル化反応は以下のような平衡が成り立っている。



90℃におけるこの反応の平衡定数の値は、 $K = 4.0$  であった。

問 2. 各成分の生成熱は下の表で与えられている。水の蒸発熱が  $44 \text{ kJ/mol}$  であるとき、この反応の反応熱  $Q$  を求めよ。

$\text{CH}_3\text{COOH}(\text{液})$	484 kJ/mol
$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{液})$	277 kJ/mol
$\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5(\text{液})$	487 kJ/mol
$\text{H}_2\text{O}(\text{気})$	242 kJ/mol

問 3. 酢酸 30g をエタノール 69g と混合し 90℃ に保った。このときの混合物中の各成分の物質質量(平衡組成)を有効数字2桁で求めよ。

問 4. (II)のエステル化反応を  $90^{\circ}\text{C}$  で大量の水の存在下で行った場合につい

て、次の記述の中から正しいものを選び、記号で答えよ。

ア. 平衡がエステル生成側へ移動する。

イ. エステルの生成が全く起こらなくなる。

ウ. 平衡定数は変わらない。

エ. 平衡組成は変わらない。

〔4〕 次の実験に関する文章を読み、問1～問8に答えよ。(20点)

実験1：塩化アンモニウムと水酸化カルシウムを混ぜて加熱すると気体が発生した。発生した気体を水に通すとアルカリ性を示した。

実験2：銅に濃硫酸を加えて加熱すると気体が発生した。発生した気体を水に通すと酸性を示した。

実験3：硫化鉄(Ⅱ)に希硫酸を加えると気体が発生した。

実験4：濃硫酸を水で2倍に薄め、その溶液を塩化ナトリウムに加えて加熱すると気体が発生した。

実験5：フッ化カルシウムに濃硫酸を添加すると気体が発生した。この気体を水に溶かした後、少量の塩酸を加え、石英を入れたところ溶解した。

問1. 実験1で、下線の部分を表す化学反応式を示せ。

問2. 実験1で、発生する気体を捕集するとすれば、次のどの方法が適当か記号で答えよ。

(ア) 上方置換, (イ) 下方置換, (ウ) 水上置換

問3. 実験1で、発生した気体を次の5つのイオンをそれぞれ含む水溶液に通した。初めすべてのイオンが沈殿を生じたが、過剰の気体を通し続けると、いくつかのイオンの沈殿は溶解した。最後まで沈殿が溶解しないイオンはどれか、正しい記号をすべて選べ。

(ア)  $\text{Zn}^{2+}$ , (イ)  $\text{Fe}^{3+}$ , (ウ)  $\text{Ag}^+$ , (エ)  $\text{Al}^{3+}$ , (オ)  $\text{Co}^{2+}$

問 4. 実験 2 で、下線の部分を表す化学反応式を示せ。

問 5. 実験 2 で、発生する気体を過マンガン酸カリウムの希硫酸溶液に通すと溶液の赤色が消える。このときマンガンの酸化数の変化を例にならって答えよ。(例： $+2 \rightarrow -1$ )

問 6. 実験 3 で、発生した気体を次の 5 つのイオンをそれぞれ含む酸性水溶液に少量通した。沈殿を生じるイオンはどれか、正しい記号をすべて選べ。

(ア)  $\text{Zn}^{2+}$ , (イ)  $\text{Fe}^{2+}$ , (ウ)  $\text{Ag}^+$ , (エ)  $\text{Mn}^{2+}$ , (オ)  $\text{Ca}^{2+}$

問 7. 実験 4 で発生した気体  $1.0 \times 10^{-2} \text{ mol}$  を純水  $1.0 \text{ l}$  に吸収させた溶液に、 $1.0 \times 10^{-2} \text{ mol}$  の硝酸銀を含むごく少量の溶液を加え、24 時間放置したところ沈殿が生成した。次の問に有効数字 2 桁で答えよ。

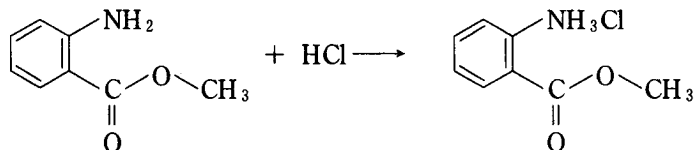
(1) 沈殿の溶解度を  $1.3 \times 10^{-5} \text{ mol/l}$  とすると、この溶液中の銀イオン濃度 ( $\text{mol/l}$ ) はいくらか。

(2) さらに、この溶液に  $1.0 \times 10^{-4} \text{ mol}$  の塩化ナトリウムを溶解し、24 時間放置した。この時の溶液中の銀イオン濃度 ( $\text{mol/l}$ ) はいくらになるか。

問 8. 実験 5 で、下線の部分を表す化学反応式を示せ。

- [ 5 ] 次の文章(I)および(II)はそれぞれの分子式で表される化合物の性質を説明したものである。この文章を読み、問1および問2に答えよ。ただし、構造式および化学反応式を図示するときには次の例にならって答えよ。(22点)

(例)



- (I) 分子式  $\text{C}_7\text{H}_8\text{O}$  で表される、ベンゼン環を含む異性体を(a)と(b)とする。  
 異性体(a)を酸化すると分子式  $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}$  で表される化合物(c)を経て、分子式  $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2$  で表される化合物(d)が生成する。  
 異性体(b)は激しい条件で酸化することで、分子式  $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_3$  で表される化合物(e)に変化する。(e)はナトリウムフェノキシドと二酸化炭素の高温高圧での反応を経由しても得られる。
- (II) 分子式  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$  で表される化合物を(f)とする。  
 (f)は水酸化ナトリウム水溶液と反応し、2種類の化合物(g)と(h)を生じる。  
 (g)はアンモニア性硝酸銀溶液と反応し、銀を析出する。(h)を濃硫酸中で約  $130^\circ\text{C}$  に熱すると(i)が生成する。また、(h)を  $160^\circ\text{C} \sim 170^\circ\text{C}$  に熱すると(j)が生成する。(j)は臭素水を脱色し、(k)を生じる。

問 1. (a)~(i)を構造式で示せ。

問 2. (j)から(k)を生じる化学反応式を構造式を用いて書け。

〔6〕 次の問1～問3に答えよ。(18点)

問 1. 天然高分子に関する次の文章の〔(a)〕～〔(i)〕に適切な語句を入れよ。なお、〔(a)〕および〔(f)〕は元素名で答えよ。

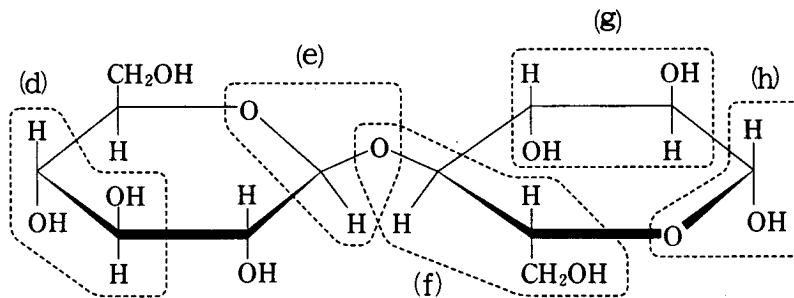
- (1) セルロースとデンプンはいずれもグルコースを単量体とする高分子である。しかし、両者に〔(a)〕溶液を加えると、セルロース溶液では試薬の色調変化はないが、デンプン溶液は青色から赤紫色を呈する。この相違はセルロース分子鎖が〔(b)〕状構造であるが、デンプン分子鎖は〔(c)〕状構造をとっていることによる。つまり、デンプンではこの構造に、〔(a)〕分子が取り込まれることにより呈色する。
- (2) 生ゴムに含まれる鎖状高分子である〔(d)〕の二重結合は〔(e)〕型構造をとっている。生ゴムの性質は軟らかくて弾性に富む。生ゴムに少量の〔(f)〕を加え加熱すると、分子間で架橋を形成し、網目構造となるため、硬さと弾性は増加する。一方、二重結合が〔(g)〕型構造をとっている〔(d)〕はグタペルカとよばれ、硬くて弾性に乏しい性質を示す。
- (3) タンパク質は各種のアミノ酸が縮合して生成した生体高分子であり、ここで生成しているアミド結合を特に〔(h)〕結合という。タンパク質は熱やpHなどの影響でこの立体構造が変わるとその機能が失なわれる。このような現象をタンパク質の〔(i)〕と呼ぶ。

問 2. 天然高分子である糖類に関連した問に答えよ。

- (1) デンプンの分解によって得られるグルコースはアルコール発酵により、エタノールに変換される。今、360 gのグルコース( $C_6H_{12}O_6$ )がすべて発酵により消費され、この時生じたエタノールが完全燃焼するとした時、発生する熱量は何 kJか。有効数字3桁で答えよ。

なお、エタノール(液体)の燃焼熱は 1368 kJ/mol とする。

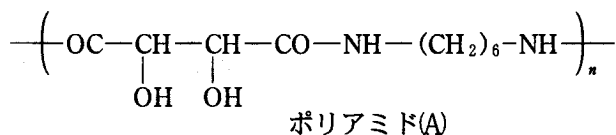
- (2) 二糖類である(a)スクロース、(b)マルトースおよび(c)ラクトースのうち還元性を示さない二糖類はどれか。正しいものをすべて選び(a)~(c)の記号で答えよ。
- (3) 二糖類であるセロビオースは還元性を示す。この還元性の原因となる部位を下図(d)~(h)から選び記号で答えよ。



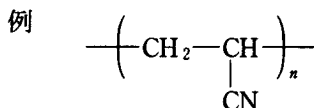
セロビオース

問 3. 次の問に答えよ。

高分子化合物の利用において、自然環境との調和の点からリサイクルしやすいものや自然界の微生物により低分子量化合物に分解される生分解性高分子が開発されている。例えば、デンプンの発酵によって得られる乳酸<sup>(a)</sup> ( $C_3H_6O_3$ )を原料とするポリ乳酸は生分解性高分子の一つである。また、生分解しやすくするために、親水性を高めたポリアミド(A)<sup>(b)</sup> (下図)が合成されている。



- (1) 下線(a)で示した乳酸を原料としてポリ乳酸を生成する重合の反応式を示せ。なお、高分子(ポリマー)は例にならって示せ。



- (2) 下線(b)のポリアミド(A)の原料となる2種類の単量体(B)および(C)を構造式で示せ。なお、単量体(B)はエステル結合を有し、ポリアミド(A)の合成では同時にメタノールが生成するものとする。